

学位論文題名

Growth and Population Dynamics of Cultured Scallop
Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis (Jay)
in Tokoro and Yubetsu, Sea of Okhotsk, Japan:
An Assessment by Underwater Photograph.

(オホーツク海沿岸の常呂・湧別海域における地まき放流ホタテガイ
Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis (Jay)の成長と個体群動態
－水中カメラを用いた解析－)

学位論文内容の要旨

ホタテガイ *Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis* は産業的価値が非常に高いイタヤガイ科の二枚貝類である。日本の生産量は世界全体の大部分を占め、北海道は国内最大の生産地である。北海道における1998年のホタテガイの生産量は約40万トンで、北海道内の総水揚げ量の24%を占めている。約40万トンのうち約6割は主にオホーツク海沿岸で実施されている地まき放流によって生産されたものである。

オホーツク海沿岸の常呂・湧別の両海域の漁場はそれぞれ4つの区画（1区画は35から45km²）に分けられている。毎年、常呂海域では34億から37億個体、湧別海域では22億から27億個体の1令貝（殻高30から50mm）がひとつの区画に放流され、各放流区のホタテガイが4年ごとに殻長約120mmのサイズになって漁獲対象となる4輪採制が採用されている。したがって、各放流区においてホタテガイは単一の年級群ごとに漁獲までの3年間を生息するはずだが、実際に放流後のホタテガイがどのような成長過程を示すのかは明らかでなく、また各放流群の動態も不明である。

本研究では常呂と湧別海域における地まき放流ホタテガイの成長と個体群動態を明らかにした。解析には水中カメラによって撮影された写真を用い

た。写真撮影はホタテガイの成長期である4月から10月までの間、2カ月ごとに行われた。撮影のために各放流区から無作為に約100地点が選ばれ、各地点では5から10回ずつ撮影を繰り返した。1回の撮影は、湧別海域での6月と8月の1令貝のサンプル(0.5m²)を除けば、全て1m²単位で撮影された。したがって、本研究で使用したそれぞれの海域における写真の総数は7500枚から15000枚となった。

各放流区のホタテガイの密度は写真(1m²)上のホタテガイの数から直接計算することで求めた。また、ホタテガイの殻長はコンピュータソフトPhotoshopとNIH image analyserを用いて写真上から測定した。常呂と湧別海域における年令ごとのホタテガイの成長を調べる上で、殻長データから求めたコホートを分離して年級群とした。

放流されたホタテガイは両海域ともに放流後2年目までは最も早い成長を示したが、年令が増すに連れてその成長は徐々に遅くなっていった。最も遅い成長は4令群で観察された。漁獲までの3年間を通じてのホタテガイの成長率には各海域内の放流区間では差があったものの、ふたつの海域間で明白な差はみられなかった(常呂海域では1.8mm/月、湧別海域では1.9mm/月)。これは、両海域のホタテガイ個体群の成長率が、3年後の漁獲サイズ(殻長118から120mm)に達するまでほぼ等しいことを示している。また、両海域のホタテガイの成長率は他地域の場合と比較しても違いはみられなかった。

常呂と湧別海域における成長様式は、季節変動のある成長を考慮した修正バータランフィーの成長関数を適用することで確かめられた。得られた式は以下ようになった。

常呂海域では

$$L_T = 146.60 [1 - \exp(-0.374(T + 0.383) + 0.077 \sin(2\pi(T - 0.872)))]$$

湧別海域では

$$L_T = 135.00 [1 - \exp(-0.519(T - 0.110) + 0.051 \sin(2\pi(T - 0.769)))]$$

ここで、 L_T は時間 T (年)における殻長(mm)である。

これらの式から、ホタテガイの殻長は放流後3年目(4令)に市場価値のあ

る117から119mmに達することが予測される。両海域において、ホタテガイがこのサイズ(年齢)に達した後では顕著な成長がみられなかったことから、現在、常呂および湧別海域で実施されている4令貝を対象とした漁獲は、ホタテガイの漁獲の最適なタイミングであることが示唆される。

全ての年級群を通して放流後のホタテガイの生残率は、以下のように表される。

常呂海域では

$$Nt = 10.402\exp(-0.163t)$$

湧別海域では

$$Nt = 6.170\exp(-0.169t)$$

ここで、 Nt は時間 t (月)における 1m^2 あたりのホタテガイの個体数である。

これらの式は放流後から漁獲までの期間(約37カ月)に、ホタテガイの密度は減少する傾向にあることを示している。この式によると、1令、2令、3令のホタテガイの生残率は、常呂海域の場合はそれぞれ85、71、60%であり、湧別海域の場合はそれぞれ85、72、61%である。また、両海域のホタテガイの生残率はこれまで報告されている他地域の場合と比較して高い値であった。

常呂海域と湧別海域ではどの放流区の個体群も、殻長30から162 mmの範囲の大きさの個体で構成されていた。これは各放流区の個体群が放流された同一の年級群だけで構成されているのではなく、放流群以外の個体が混在していることを示している。殻長に基づくコホート解析の結果、放流群以外の個体は、天然発生により加入した個体か、または放流前年の漁獲を免れて生き残った個体であると考えられた。各放流区に占める天然発生による加入個体の割合は6から49%の範囲であり、一方、1令群と2令群が生息する放流区において漁獲を免れた個体の割合は、3から6%の範囲だった。

本研究の結果から、ひとつの海域内において、天然発生による加入量が年間、および放流区間で変動することが明らかになった。また海域間で比較した場合、その加入量の程度は常呂海域よりも湧別海域の方が大きかった。これは湧別海域においてホタテガイの天然発生が多いことを示唆している。し

かしながら、両海域間でなぜこのような加入量の差が生じるのかについては、十分な証拠は得られなかった。

散発的な天然発生による加入は、計画的なホタテガイの資源管理を行う上で負の効果をもたらす。この加入による放流ホタテガイの過密化は成長阻害などを引き起し、ホタテガイの小型化は商品価値を下げるので経済的に深刻な問題となる。この問題を最小限に止めるためには、増殖期間全体を通しての定期的なモニタリングが不可欠であり、正確な個体群動態の把握には水中カメラによる調査が有効となるだろう。もし過密状態が観察された場合は、直ちに過剰分のホタテガイを移植などによって除去する必要がある。種苗放流を行う際に、天然発生による加入の予測は漁場内の過密を避ける上で非常に重要である。そのためには、ホタテガイの再生産に関わる生物学的知見と漁場環境およびオホーツク海沿岸の海流の詳細な物理学的知見が求められる。さらに科学的に裏打ちされた漁業者の豊かな経験も要求されることになるだろう。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 尾 繁
副 査 教 授 梨 本 勝 昭
副 査 助 教 授 五 嶋 聖 治

学 位 論 文 題 名

Growth and Population Dynamics of Cultured Scallop *Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis* (Jay) in Tokoro and Yubetsu, Sea of Okhotsk, Japan: An Assessment by Underwater Photograph.

(オホーツク海沿岸の常呂・湧別海域における地まき放流ホタテガイ
Patinopecten (Mizuhopecten) yessoensis (Jay)の成長と個体群動態
－水中カメラを用いた解析－)

オホーツク海沿岸の常呂・湧別の両海域の漁場はそれぞれ4区画に分けられ、毎年、常呂海域では34億から37億個体、湧別海域では22億から27億個体の1令貝(殻高30から50mm)をひとつの区画に放流している。各放流区のホタテガイが4年ごとに殻長約120mmのサイズになって漁獲対象となる4輪採制が採用されている。したがって、各放流区においてホタテガイは単一の年級群ごとに漁獲までの3年間を生息するはずだが、実際には天然稚貝の加入や漁獲取り残しによって複数年級群の生息が予想され、また放流後のホタテガイがどのような成長過程や生残を示すのかは明らかでない。

本研究では常呂と湧別海域における地まき放流ホタテガイの成長と個体群動態を明らかにするために、従来のホタテ桁網によるサンプル採集を水中カメラによって撮影し写真を用いる新しい方法で試みている。写真撮影はホタテガイの成長期である4月から10月までの間、2カ月ごとに各放流区から無作為に約100地点を抽出して各地点で5から10回ずつ撮影した。

各放流区のホタテガイの密度は写真(1 m²)上のホタテガイの数から直接計数し、殻長はコンピュータソフト Photoshop と NIHimage analyser を用いて写真上から測定した。また殻長データから求めたコホートを年級群とし、常呂と湧別海域における

年令ごとのホタテガイの成長を調べた。

放流されたホタテガイは両海域ともに放流後2年目までは最も早い成長を示したが、年令が増すに連れてその成長は徐々に遅くなっていく。最も遅い成長は4令群で観察された。漁獲までの3年間を通じてのホタテガイの成長率には各海域内の放流区間では差があったものの、ふたつの海域間で明白な差はみられなかった（常呂海域では1.8mm/月、湧別海域では1.9mm/月）。これは、両海域のホタテガイ個体群の成長率が、3年後の漁獲サイズ（殻長118から120mm）に達するまでほぼ等しいことを示している。また、両海域のホタテガイの成長率は他地域の場合と比較しても違いはみられなかった。

常呂と湧別海域における成長様式を検討するために、修正バータランフィーの成長関数を適用し、得られた式は以下のようである。

常呂海域では

$$L_T = 146.60[1 - \exp(-0.374(T + 0.383) + 0.077\sin(2\pi(T - 0.872)))]$$

湧別海域では

$$L_T = 135.00[1 - \exp(-0.519(T - 0.110) + 0.051\sin(2\pi(T - 0.769)))]$$

ここで、 L_T は時間 T （年）における殻長（mm）である。

全ての年級群を通して放流後のホタテガイの生残率は以下のように表される。

常呂海域では $N_t = 10.402\exp(-0.163t)$

湧別海域では $N_t = 6.170\exp(-0.169t)$

ここで N_t は時間 t （月）における1m²あたりのホタテガイの個体数である。

1令、2令、3令のホタテガイの生残率は、常呂海域の場合はそれぞれ85、71、60%であり、湧別海域の場合はそれぞれ85、72、61%である。両海域のホタテガイの生残率はこれまで報告されている他地域の場合と比較して高い値であった。

常呂海域と湧別海域ではどの放流区の個体群も、殻長30から162mmの範囲の大きさの個体で構成されていた。これは各放流区の個体群が放流された同一の年級群だけで構成されているのではなく、放流群以外の年級群が混在していることを示している。天然発生により加入した固体か、または放流前年の漁獲を免れた個体であると考えられた。各放流区に占める天然発生による加入個体の割合は6から49%の範囲であり、一方、1令群と2令群が生息する放流区において漁獲を免れた個体の割合は、3から6%の範囲である。

本研究の結果から、ひとつの海域内において、天然発生による加入量が年間、および放流区間で変動することを明らかにした。また海域間で比較した場合、その加入量の程度は常呂海域よりも湧別海域の方が大きい。これは湧別海域においてホタテガイの天然発生が多いことを示唆している。

天然発生による加入は、放流ホタテガイの過密化をもたらす成長阻害などを引き

起こして商品価値を下げる。この問題を最小限に止めるためには増殖期間全体を通しての定期的なモニタリングが不可欠であり、正確な個体群動態の把握には水中カメラによる調査が有効であることを提示した。種苗放流を行う際に、天然発生による加入の予測は漁場内の過密や年級群構造を考える上で非常に重要であり、予測のためには、今後ホタテガイの再生産に関わる生物学的知見と漁場環境およびオホーツク海沿岸の海流の詳細な物理学的知見が求められるが、計画的なホタテガイの資源管理を行う上で、写真撮影による画像解析が個体群動態の解析に有効であることを明らかにした本研究はホタテガイ栽培漁業の発展に大きく寄与するものであり、博士（水産科学）論文に充分該当すると判定される。